

Conference Paper, Published Version

Schmidt, Daniel; Härtel, Marcel; Meinel, Elisabeth

Vollständiger Rückbau von 3 Wehranlagen zur Reduzierung der seriellen Diskontinuität

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104610>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schmidt, Daniel; Härtel, Marcel; Meinel, Elisabeth (2018): Vollständiger Rückbau von 3 Wehranlagen zur Reduzierung der seriellen Diskontinuität. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbauwerke im Bestand - Sanierung, Umbau, Ersatzneubau und Rückbau. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 60. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 133-142.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Vollständiger Rückbau von 3 Wehranlagen zur Reduzierung der seriellen Diskontinuität

Daniel Schmidt
Marcel Härtel
Elisabeth Meinel

Die Schwarze Elster in Brandenburg ist im Landeskonzept zur ökologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer Brandenburgs (*IFB 2010*) von der Mündung der Pulsnitz bis zur Landesgrenze Sachsen-Anhalts als überregionales, prioritäres Vorranggewässer ausgewiesen. Die Durchgängigkeit dieses Gewässers ist wesentlich für die Wiederansiedlung bzw. den Erhalt der Langdistanzwanderer. Vor diesem Hintergrund stellt die Schwarze Elster im Projekt zur Wiederansiedlung von Lachs und Meerforelle ein wesentliches Verbindungselement im Süden von Brandenburg dar und erschließt u. a. das ehemalige Laichgebiet in der Pulsnitz. Um dieses Reproduktionsgebiet zu erreichen, müssen in der Schwarzen Elster auf brandenburgischer Seite sechs Querbauwerke (Arnsnesta, Frauenhorst, Herzberg, München, Neumühl und Bad Liebenwerda) überwunden werden (*IFB 2011*). Von diesen Querbauwerken sind die Wehranlagen in Herzberg, Neumühl und Bad Liebenwerda bereits durchgängig gestaltet worden.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurden für die drei Wehranlagenstandorte München, Frauenhorst und Arnsnesta verschiedenste Varianten zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit betrachtet.

Da in überregionalen Vorranggewässern der vollständige Rückbau von Querbauwerken als Vorzugsvariante betrachtet und geprüft werden soll, wird im Rahmen einer konzeptionellen Vorstudie für die Bauwerke Frauenhorst und München untersucht, inwieweit ein vollständiger Umbau der Anlagen in Habitatgleiten, die ein sehr geringes Gefälle und möglichst vielfältige Habitatstrukturen aufweisen, und unter Berücksichtigung der vorhandenen Nutzungen sowie der rechtlichen und planerischen Rahmenbedingungen möglich ist.

Unter anderem sollen auch potentielle Laichhabitate für Interstitial- sowie Substratlaicher entstehen. Der Vorteil eines solchen Umbaus besteht insbesondere in dem geringen resultierenden Unterhaltungsaufwand. Mittels hydraulischer Modellierungen werden die Auswirkungen eines solchen Anlagentyps insbesondere auf die Wasserstände im Oberwasser sowie auf den Hochwasserabfluss untersucht.

Stichworte: ökologische Durchgängigkeit, Wehrrückbau, Fischwanderhilfen, Raugerinne, Habitatgleite, langgestreckte Fischwanderhilfen

1 Serielle Diskontinuität und ihre Auswirkungen

Die ökologische Funktionsfähigkeit und damit die Lebensbedingungen in und an Gewässern werden ganz wesentlich durch die Strukturausstattung, die Abflussdynamik und die Wasserqualität bestimmt. Der Aufstau eines Fließgewässers führt dabei i.d.R. zu Veränderungen der hydraulischen, hydrologischen, morphologischen und chemisch-physikalischen Verhältnisse.

In vielen Gewässern wird die ökologische Durchgängigkeit durch eine Reihe von Hindernissen beeinträchtigt. Häufig unterbrechen Querbauwerke und Stauanlagen das Fließgewässerkontinuum (vgl. River Continuum Concept, *Vannote et al. 1980*). Dadurch ist das natürliche Fließverhalten der einzelnen Gewässer bereits stark anthropogen überprägt und weicht von den natürlichen Referenzzuständen ab.

Ward & Stanford entwickelten in diesem Kontext bereits 1983 auf der Grundlage des „River Continuum Concepts“ das sog. „Extended Serial Discontinuity Concept“, welches vereinfacht besagt, dass Veränderungen des Fließgewässerkontinuums zu Veränderungen der Lebensraumfunktion führen und somit zu einer Beeinflussung der davon abhängigen Zönosen. Neben den bekannten Auswirkungen auf die Lang- und Mitteldistanzwanderer innerhalb der Fischfauna wie z. B. Lachs und Meerforelle oder Barbe und Nase, zeigen neuere Untersuchungen aber auch eindrücklich die potentiellen Auswirkungen von Querbauwerken auf weit verbreitete Arten mit einer großen ökologischen Amplitude.

So konnten *Gouskov & Vorburger (2017)* anhand von genetischen Untersuchungen zur Populationsstruktur des Döbels (*Squalius cephalus*) belegen, dass selbst Querbauwerke, die mit Fischaufstiegshilfen versehen sind, die Populationsstruktur der Art deutlich beeinträchtigen können. Nach Meinung der Autoren sind dabei die durch Fragmentierung beeinflussten populationsgenetischen Prozesse langfristig entscheidender als lokale Aussterbeereignisse. Bei kleinen Populationen verringere sich die genetische Diversität durch Drift. Die Folge der verringerten genetischen Diversität sei eine unsichtbare Schwächung der Anpassungsfähigkeit. Als wesentliche wichtige neue Erkenntnis dieser Studie wird von *Gouskov & Vorburger (2017)* hervorgehoben, dass Fischaufstiegsanlagen den Genfluss im Vergleich zu Hindernissen ohne Fischaufstiegsanlagen zwar wesentlich verbessern, ohne dabei jedoch die Barrierewirkung der Querbauwerke vollständig aufzuheben.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch *Müller et al. (2012)*, die die Auswirkungen von Querbauwerken und insbesondere der damit verbundenen Rückstaubeiche auf die Artenzusammensetzung untersuchten. Dabei zeigte es sich, dass sich die Unterschiede zwischen den physikalisch- chemischen Habitateigen-

schaften (u.a. Wassertiefe, Strömungsgeschwindigkeit, Sedimenttextur, wasserchem. Austausch zwischen freier Welle und dem Interstitial) im Ober- und Unterwasser von Querbauwerken auch in der organismischen Besiedlung bzw. der Artenzusammensetzung widerspiegeln. So konnte beispielsweise im UW die dreifache Fischbiomasse und die bis zu zehnfach höhere Individuendichte an Fischnährtieren dokumentiert werden, gleichzeitig ergaben sich auch unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich des berechneten Fischregionsindexes (FRI) für das Ober- und das Unterwasser (*Müller et al. 2012*).

Aufgrund der zuvor dargestellten Erkenntnisse sollte deshalb bei Planungen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit sehr genau geprüft werden, ob das Querbauwerk wirklich erhalten werden muss oder ob ein Rückbau in Erwägung gezogen werden kann. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Fischaufstiegshilfen zwar die unmittelbare Barrierewirkung minimieren können, dass aber bei Erhalt des Hindernisses und vor allem auch des Rückstaubereiches die ursprüngliche Habitatfunktion verloren geht und die strukturellen Veränderungen bestehen bleiben. In der Regel ist es nur bei einem Rückbau möglich, wieder fließgewässerdynamische Prozesse innerhalb der Rückstaubereiche zu initiieren, Schlüsselhabitate herzustellen und dadurch ggf. vorhandene Lücken im Lebenszyklus zu schließen und zu einer nachhaltigen Populationsentwicklung beizutragen. Insbesondere den oft fehlenden Kieslaichplätzen ist dabei eine essentielle Funktionalität zuzuschreiben.

2 Die Schwarze Elster

Die Schwarze Elster ist ein 178 km langer Nebenfluss der Elbe, der im Lausitzer Hügelland in Sachsen entspringt, das Land Brandenburg durchfließt und in Sachsen-Anhalt bei Elster in die Elbe mündet. Von der Gesamtlänge der Schwarzen Elster befinden sich 67,5 km im Land Brandenburg. Über die gesamte Länge weist die Schwarze Elster ein Gefälle von durchschnittlich 1,22 ‰ auf.

Tabelle 1: Abflüsse Schwarze Elster (Pegel Herzberg) - hydrologische Fachauskunft, (*LfU 2016*)

	NQ	MNQ	MQ	HQ ₁₀₀	Q ₃₀	Q ₃₃₀
Q (m ³ /s)	1,59	3,96	15,1	154,0	4,84	35,1

Die großen Abflussschwankungen in der Schwarzen Elster (vgl. Tabelle 1) stellen eine hohe Anforderung für die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit dar, da gemäß *DWA (2014)* die Funktionsfähigkeit der Fischwanderhilfen im Bereich der Abflüsse Q₃₀ und Q₃₃₀ gegeben sein muss. Darüber hinaus ist aber auch die Hochwasserneutralität zu gewährleisten.

Hinsichtlich ihrer morphologischen Eigenschaften wird die Schwarze Elster dem LAWA-Fließgewässertypen 15g „Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse“ sowie 17 „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ zugeordnet (*IfB 2010*). Im Vergleich zum Leitbild besitzt die Schwarze Elster hinsichtlich ihrer Gewässerstruktur einen sehr schlechten Zustand. Neben der schlechten Gewässerdynamik ist auch die Auendynamik stark bis vollständig verändert. Der gesamte Flusslauf ist beidseitig durch Hochwasserschutzanlagen verbaut, sodass für eine dynamische Entwicklung des Gewässers kein Raum vorhanden ist.

Im Landeskonzept zur ökologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer Brandenburgs (*IfB 2010*) wird die Schwarze Elster als überregionales Vorranggewässer mit der Priorität 1 bis 2 ausgewiesen. Das Gewässer ist für den regionalen Biotopverbund, für die Wiederansiedlung und Verbreitung bachtypischer Arten sowie für die Anbindung von Laichplätzen der Langdistanzwanderer von hoher Bedeutung. Der Fließgewässerabschnitt unterhalb der Mündung der Pulsnitz ist essentiell für das laufende Projekt zur Wiederansiedlung von Lachs und Meerforelle in Brandenburg (*IfB 2011*).

3 Ausgangssituation – Fischwanderung

Während die Wehranlage Arnsnesta bereits zurückgebaut wurde und zumindest partiell für Fische passierbar ist, stellen die beiden Anlagen München und Frauenhorst eine nicht passierbare Kontinuumsunterbrechung dar.

Das am Standort München im OW auf der orographisch rechten Seite abzweigende Nebengerinne, verläuft im Hinterland parallel zum Hauptstrom und mündet etwa 1,0 km unterhalb der Wehranlage München wieder in die Schwarze Elster. Das Mündungsbauwerk im Nebengerinne ist dauerhaft verschlossen und somit nicht durchwanderbar.

4 Untersuchte Varianten

Für die Wehranlagen München und Frauenhorst wurde aufgrund der zuvor ausgeführten Gründe vor allem die Möglichkeit eines vollständigen Wehrrückbaus untersucht. In der Untersuchung wurden weitere Bautypen fischpassierbarer Raugerinne sowie die Herstellung einer flachen Habitat-Sohlgleite berücksichtigt. Des Weiteren wurden mögliche Maßnahmen untersucht, die bei einem Erhalt der Wehranlagen die ökologische Durchgängigkeit gewährleisten sollen.

Für den Standort Arnsnesta wurden Möglichkeiten zur Standortoptimierung im Sinne der uneingeschränkten Durchgängigkeit geprüft, mit denen der Eingriff in die vorhandenen Strukturen möglichst minimiert werden soll.

Für die drei Wehrstandorte wurden folgende Varianten untersucht und hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit geprüft:

Varianten - Wehr München

1. Ersatzloser Rückbau der Wehranlage
2. Rückbau der Wehranlage und Bau eines Raugerinnes
3. Sanierung der Wehranlagen und Bau einer FAA neben dem Wehr
4. Ersatzneubau der Wehranlage und Bau einer FAA neben dem Wehr
5. Herstellung der Fischdurchgängigkeit über die vorhandenen Hinterlandgewässer + Raugerinne in der Schwarzen Elster

Varianten - Wehr Frauenhorst

1. Ersatzloser Rückbau der Wehranlage
2. Rückbau der Wehranlage und Bau einer geteilten Sohlengleite mit aufgelöster Beckenstruktur (Habitatgleite)
3. Rückbau der Wehranlage und Bau eines Raugerinnes
4. Sanierung der Wehranlagen und Bau einer FAA neben dem Wehr

Varianten - Wehr Arnsnesta

1. Umbau der vorhandenen Steinriegel aus BQ-Steinen
2. Herstellung eines durchgängigen Wanderkorridors im linken Wehrfeld

5 Beschreibung der gewählten Vorzugslösungen

5.1 München

Am Standort der Wehranlage München sind zwei potentielle Wanderkorridore vorhanden, die für die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit zur Verfügung stehen können. Dabei ist zu beachten, dass der Stau aus hydrologischen Gründen (WSP Nebengewässer, WSP am Schöpfwerksauslauf im UW) nicht wesentlich verändert werden kann. Weiterhin kann eine Stauabsenkung nicht erfolgen, da die Wasserversorgung des Nebengewässers unmittelbar von der Stauhöhe der Wehranlage beeinflusst wird und im Nebengewässer nur geringe

Wassertiefen vorhanden sind. Die vorhandenen Sielanlagen müssen unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes erhalten bleiben.

Von den untersuchten Varianten sind die Lösungen 2 bis 5 prinzipiell realisierbar, jedoch kann mit der Variante 5 „Herstellung der Fischdurchgängigkeit über die vorhandenen Hinterlandgewässer + Raugerinne in der Schwarzen Elster“ für die gesamte Elsterniederung im Raum München die bestmögliche Funktions- und Entwicklungsfähigkeit erreicht werden. Bei dieser Lösung handelt es sich um eine Komplexlösung, mit der nicht nur die ökologische Durchgängigkeit in der Schwarzen Elster wiederhergestellt, sondern auch eine Fischwanderung zwischen der Schwarzen Elster und den sehr gut strukturierten Hinterlandgewässern ermöglicht werden kann. Hierfür sind zwei Fischaufstiegsanlagen vorgesehen:

- Raugerinne in Beckenbauweise mit Kanupass in der Schwarzen Elster
- Borstenfischpass (Fisch-Kanu-Pass) im Mündungsbereich des Nebengewässers

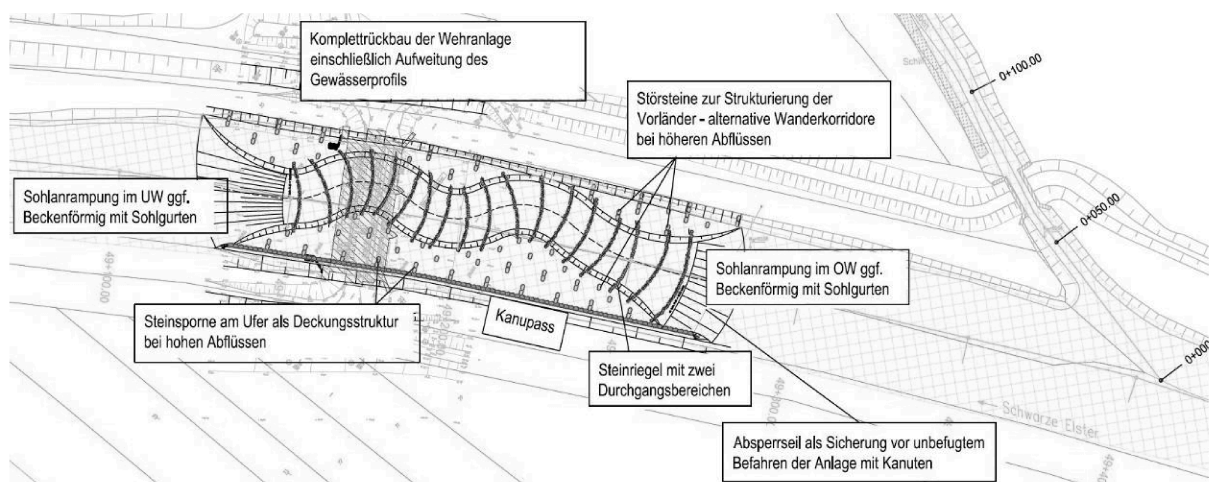


Abbildung 1: Raugerinne in Beckenbauweise mit seitlichem Kanupass in der Schw. Elster

Die Errichtung dieser beiden Fischaufstiegsanlagen einschließlich eines regulierbaren Bauwerkes im Mündungsbereich des Nebengewässers bedarf des vergleichsweise höchsten technischen sowie finanziellen Aufwandes, der sich jedoch langfristig durch entfallende Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten am Wehr München amortisieren wird.

Auf lange Sicht wird mit dieser Lösungsvariante der größtmögliche Nutzen, auch hinsichtlich der Gewässerentwicklung, erreicht.

5.2 Frauenhorst

Am Standort der Wehranlage Frauenhorst ist nur ein potentieller Wanderkorridor vorhanden. Hinsichtlich der Lage im Hauptgewässer ist zu beachten, dass

der Stau aus hydrologischen Gründen (WSP am Mündungsbauwerk unterhalb der Anlage) nur in Richtung Oberwasser verändert werden kann. Im Oberwasser sind keine abzweigenden Gewässer und Bauwerke vorhanden, sodass hier für die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit eine ausreichend große Fließstrecke zur Verfügung steht.

Alle vier untersuchten Varianten sind am Standort prinzipiell realisierbar. Da in diesem Abschnitt ausreichend Platz zur Verfügung steht und eine langgestreckte Lösung mit zahlreichen strukturgebenden Einbauten und Habitaten die bestmögliche Funktions- und Entwicklungsfähigkeit gewährleistet, wurde der Lösung 2 „Rückbau der Wehranlage und Bau einer geteilten Sohlgleite mit aufgelöster Beckenstruktur (Habitatgleite)“ der Vorzug gegeben.

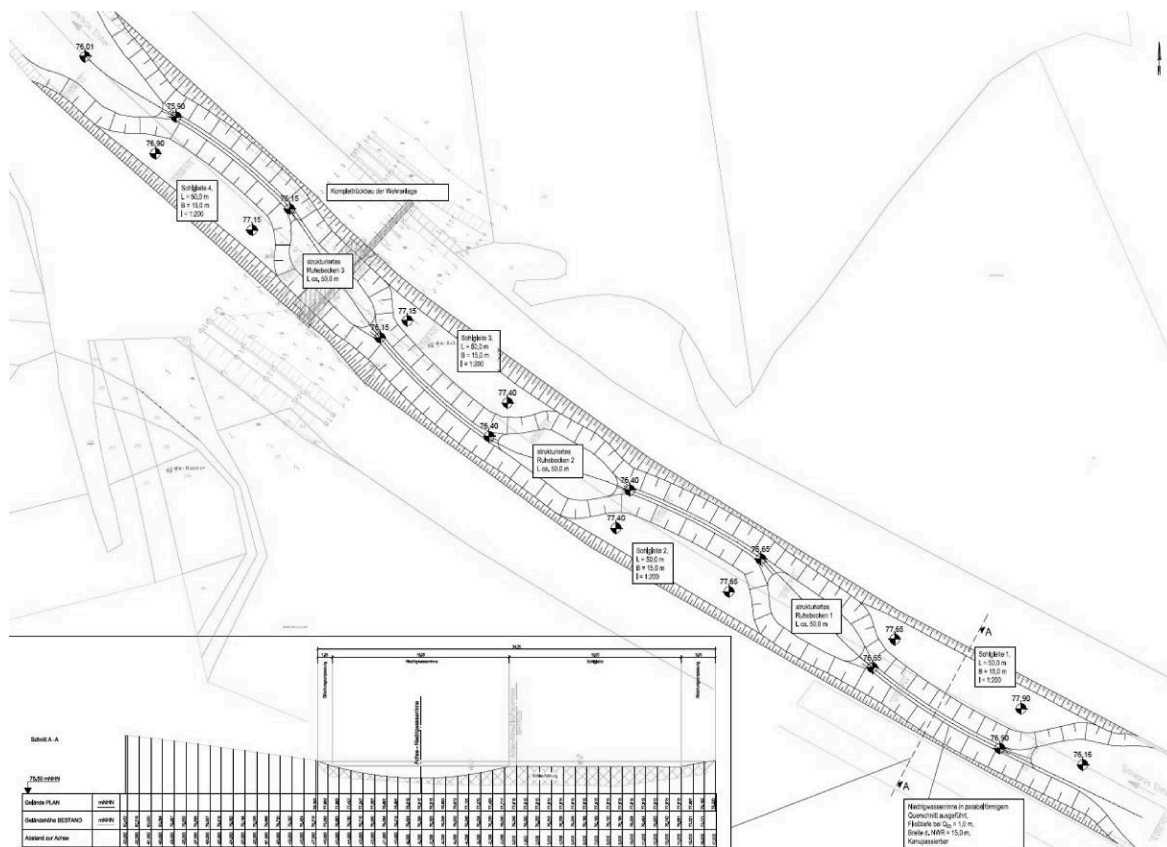


Abbildung 2: Geteilte Sohlgleite mit aufgelösten Beckenstrukturen

Diese Variante sieht einen Wehrrückbau vor, jedoch wird mit diesem Ansatz die Wasserspiegelhöhe durch den Bau mehrerer aufeinanderfolgender Sohlengleiten (Abbau der Wasserspiegeldifferenz) auf der Höhe des gegenwärtigen Stauzieles gehalten. Zwischen den einzelnen Gleiten befinden sich beruhigte Strecken mit wesentlich geringeren Fließgeschwindigkeiten, die den Fischen als Ruhezone dienen und ggf. strukturiert werden können. Hier können zusätzliche Einzelhabitate integriert werden, die durch den Gewässerausbau verloren gegangen sind.

Dazu gehören Laichplätze, Jungfischhabitate, Unterstände und Totholzanreicherungen.

Das geplante aufgelöste Raugerinne wird aus insgesamt 7 Abschnitten (Abschnittslänge jeweils ca. 50 m) bestehen. Die einzelnen Sohlgleitenkompartimente (4 Stück) werden durch entsprechend groß dimensionierte und durch strukturierte (Ruhe-) Becken (3 Stück) unterbrochen. Dadurch gelangen die aufstiegswilligen Fische nach der Überwindung einer Gleite in einen strömungsberuhigten Bereich, wo sie sich vom Aufstieg erholen können. Zudem werden die Ruhebecken strukturiert und können den Fischen Schutz (Unterstände) bieten. Die Länge der strukturierten Ruhebereiche kann aufgrund der örtlichen Verhältnisse variiert werden. Dadurch kann das Wasserspiegellagengefälle über eine größere Fließlänge abgebaut werden.

Die einzelnen Sohlgleiten werden als geteilte Sohlgleite mit Niedrigwasserrinne ausgeführt. Die Niedrigwasserrinne ist bei Q_{30} vollgefüllt (1,0 m Fließtiefe). Bei höheren Abflüssen werden die seitlich angeordneten flachen Rampen beaufschlagt. Mit dieser Variante kann nicht nur die ökologische Durchgängigkeit wiederhergestellt, sondern auch unterschiedliche Habitate für Jungfische, Laichplätze etc. geschaffen werden.

5.3 Arnsnesta

Das Wehr Arnsnesta ist bereits außer Betrieb gesetzt und weitestgehend rückgebaut worden. Es ist zu beachten, dass das Wehr einst eine wichtige Funktion zur Stabilisierung der Wasserstände in der Schwarzen Elster besaß. Auch zukünftig soll ein Mindestwasserstand gesichert werden, sodass ein ersatzloser Rückbau der Bauwerksreste nicht in Frage kommt. Auch ein Umbau der vorhandenen Steinriegel stellt keine zufriedenstellende Lösung dar, da durch den Erhalt der gegenwärtigen Mindestwasserspiegelhöhe Wasserspiegeldifferenzen zwischen Ober- und Unterwasser von etwa 20 bis 30 cm auftreten, woraus sehr hohe Fließgeschwindigkeiten resultieren. Bei dieser Lösung wäre eine Absenkung des Oberwasserspiegels zwingend erforderlich.

Mit der Lösung 2 „Herstellung eines durchgängigen Wanderkorridors im linken Wehrfeld“ kann eine vollständige und uneingeschränkte Funktionsfähigkeit erreicht werden, ohne die hydraulischen Verhältnisse im Oberwasser zu verändern, sodass dieser Variante der Vorzug gewährt wurde. Diese Lösungsvariante sieht den Einbau von zwei Steinriegeln im ehemaligen linken Wehrfeld vor. Die Riegel werden mit Durchgangsbereichen ausgestattet und in Form eines kleinen Raugerinnes in Beckenbauweise angeordnet. Die vorhandene Wasserspiegeldifferenz wird riegelweise abgebaut. Durch den Einbau der Riegel wird der gegenwärtig vorhandene Fließquerschnitt im linken Wehrfeld reduziert. Um jedoch

die hydraulische Gesamtleistungsfähigkeit am Standort nicht zu verändern, werden in den übrigen Wehrfeldern Betonquadersteine entfernt. Dadurch entstehen weitere Durchgangsbereiche.

6 Fazit

Querbauwerke unterbrechen das Fließgewässerkontinuum. Sie behindern die Fischwanderung und können selbst wenn Fischaufstiegsanlagen vorhanden sind, einen nachhaltigen Einfluss auf die Populationsstruktur der Fischarten haben (vgl. *Gouskov & Vorburger 2017*). Darüber hinaus haben insbesondere auch die Rückstaubereiche vielfältige Auswirkungen auf die Habitatfunktionen innerhalb des Gewässers und die davon abhängigen Arten (vgl. *ATV-DVWK 2003* und *Müller et al. 2012*). Um im Rahmen von Planungen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit neben der Gewährleistung der reinen Fischpassierbarkeit auch die rückstaubedingten Auswirkungen und die verbleibenden Barrierewirkungen zu reduzieren, sollten bestehende Anlagen soweit als möglich zurückgebaut werden. Dabei sollte auch berücksichtigt werden, dass neben der Durchgängigkeit vor allem auch neue Schlüsselhabitate geschaffen werden. Hierfür bietet es sich an, die ökologische Durchgängigkeit insbesondere in Tieflandflüssen durch sog. Habitatgleiten mit einem Gefälle zwischen 1:100 und 1:200 zu realisieren. Derartige Anlagen bieten die Möglichkeit einen längeren Gewässerabschnitt strukturell aufzuwerten und insbesondere neue Kieslaichplätze für die Substrat- und Interstitiallaicher zu errichten. Des Weiteren hat es sich u.a. in Thüringen gezeigt, dass der Unterhaltungsaufwand bei derartigen Anlagen stark reduziert werden kann und teilweise sogar gar keine Unterhaltung mehr erforderlich ist. Langgestreckte Fischwanderhilfen, die wie im Beispiel Frauenhorst über 1,5 km Fließgewässerstrecke angelegt werden, verbessern den Strukturreichtum im Gewässer zumindest in einem größeren Abschnitt und werten dieses auf.

7 Literatur

- ATV-DVWK (2003): Wehre und Staue an kleinen und mittelgroßen Fließgewässern - Grundlagen zu Strömung, Sedimenttransport und ökologischen Funktionen. Arbeitsbericht. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Rheinbach.
- DWA (2014): M 509 - Fischwanderhilfen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. DWA (Hrsg.). Meckenheim.

- Gouskov, A.; Vorburger, C. (2017): Wasserkraftwerke prägen die populationsgenetische Struktur des Döbels (*Squalius cephalus*) im Einzugsgebiet des Hochrheins. Korrespondenz Wasserwirtschaft 2017 (10) Nr. 12.
- Institut für Binnenfischerei e.V. (IfB) Potsdam-Sacrow (2010): Landeskonzept zur ökologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer Brandenburgs – Ausweisung von Vorranggewässern. Im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg, 2010.
- Institut für Binnenfischerei e.V. (IfB) Potsdam-Sacrow (2011): Wiederansiedlung von Lachs und Meerforelle in Brandenburg. Im Auftrag des Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, 2011.
- LfU – Landesamt für Umwelt (2016): Hydrologische Fachauskunft zur Schwarzen Elster.
- LUGV – Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2002): Strukturgüte von Fließgewässern Brandenburgs, Studien und Tagungsberichte, Band 37.
- Müller, M., Pander, J., Geist, J. (2012): Effekte von Querverbauungen und Umgehungs-gewässern auf aquatische Lebensgemeinschaften. 23. SVK-Fischereitagung, Künzell 2012.
- Vannote, R.L., minshall, G.W., Cummins, K. W., Sedell J.R., Cushing, C.E. (1980): The River Continuum Concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 130 – 137.
- Ward, J.V., Stanford, J.A. (1983): The Serial Discontinuity Concept of Lotic Ecosystems. Science Publications, Ann Arbor Mich. Pp.29-42.

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schmidt
team ferox GmbH
Am Eiswurmlager 4
01189 Dresden
Tel.: +49 351 85 096 808
E-Mail: d.schmidt@teamferox.de

Marcel Härtel MSc.
IPP HYDRO CONSULT GmbH
Gerhart-Hauptmann-Str. 15
03044 Cottbus
Tel.: +49 355 75 70 05 31
E-Mail: m.haertel@ipp-hydro-consult.de

Dipl.-Ing. (FH) Elisabeth Meinel
team ferox GmbH
Am Eiswurmlager 4
01189 Dresden
Tel.: +49 351 85 09 68 07
E-Mail: e.meinel@teamferox.de